

---

# **KYLMÄLAITE-ELEMENTTIEN TUOTANNON LAYOUT- SUUNNITTELU JA LIIMAUKSEN AUTOMATISOINTI**



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

Valkeakoski, syksy 2014

Jenni Polakovski



VALKEAKOSKI

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

**Tekijä**

Jenni Polakovski

**Vuosi** 2014

**Työn nimi**

Kylmälaite-elementtien tuotannon layout-suunnittelu ja liimauksen automatisointi

## TIIVISTELMÄ

Opinnäytetyössä suunniteltiin kylmälaitteita valmistavalle yritykselle kylmälaitteiden elementtien tuotantohallin uusi layout sekä elementtien liimauksen automatisointi. Koska työ toteutettiin projektina, myös aikataulun suunnittelu ja seuranta oli keskeistä. Projekti oli kokonaisuudessaan laajempi kuin mihin tässä opinnäytetyössä keskityttiin.

Layout-suunnitteluosuudessa tutustuttiin tuotantotalouden ja layout-suunnittelun teoriaan kirjallisuuden avulla, koska aikaisempaa kokemusta ei ollut. Tuotanto, tilat, koneet ja materiaalit kuvattiin tarkasti. Suunnitteluosuuteen kuului myös materiaalivirtojen selvitys ja kuvaus. Layout suunniteltiin kirjallisuuteen ja yrityksen työntekijöiltä saatuihin tietoihin pohjautuen.

Automaatiosuunnitteluosuudessa perehdyttiin automaation käyttöön ja automaation tuomiin hyötyihin sekä robotiikkaan. Tarkemman tutkimuksen alle otettiin portaalirobotti. Portaalirobotista kuvattiin sen rakenne ja hyödyt sen käytöstä. Lisäksi tutustuttiin muihin liimauspisteeseen tuleviin komponentteihin.

Liiman koneelliseen levitykseen perehdyttiin eri valmistajien sivujen ja tuotetietojen kautta. Etsittiin yrityksiä, jotka ovat erikoistuneet liiman levitykseen ja sitä miten ne on toteutettu. Myös mahdollisen valmiin liimauskoneen tilaamista tutkittiin. Liiman ominaisuuksiin tutustuttiin yleisesti, koska erilaisille liimoille on erilaisia tekniikoita levittää.

Työn tavoitteena oli toteuttaa suunniteltu layout, jotta tuotannon kasvu on mahdollista. Toisena tavoitteena oli saada aikaan suunnitelma liimauspisteen automatisoinnista.

**Avainsanat** layout, automaatio, robotiikka, portaalirobotti, manipulaattori

**Sivut**

28 s. + liitteet 8 s.

VALKEAKOSKI

Degree programme in Automation Engineering

**Author**

Jenni Polakovski

**Year** 2014

**Subject of Bachelor's thesis**

Cooler element production hall layout designing and automation of the gluing line

---

ABSTRACT

In this bachelor's thesis a new layout and automation of the gluing line in the cooler element production hall were designed for a cooler manufacturing company. Because the work was carried out as a project planning and monitoring the schedule played an important role in the process. The total project in the company was more extensive than what was focused on in this thesis.

Because there was no previous experience, in layout design and industrial engineering these were explored through literature. Production, premises and materials are described in detail in this paper. The designing part also included an examination and description of the material flow of the company. The layout was designed based on literature and on data received from the employees.

In the automation design part the use and benefits of automation as well as of robotics were examined. The gantry robot was taken under a more detailed scrutiny. The structure and advantages of use were described of the gantry robot. In addition also other components for the gluing point were examined.

Automatic application of adhesives was examined from manufacturers' websites and through product information. In this project we looked for companies that specialized in the application of adhesives and studied how these companies had implemented this process. The possibility of ordering an existing gluing machine was studied as well. Properties of glues were explored at a general level because different types of glues come with different spreading techniques.

The goal in the project was to implement the designed layout so that output growth were possible. A second goal was to create a plan for the automation of the gluing point.

**Keywords** layout designing, automation, robotic, gantry robot, manipulator

**Pages** 28 p. + appendices 8 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	ELEMENTTIEN TUOTANNON TEHOSTAMINEN .....	3
2.1	Projektinhallinta .....	3
2.2	Elementtien rakenne .....	4
2.3	Elementtien valmistus .....	5
3	LAYOUT-SUUNNITTELU.....	5
3.1	Tuotantolinja-layout .....	6
3.2	Funktionaalinen layout .....	7
3.3	Solu-layout .....	8
4	ELEMENTTIEN TUOTANTOHALLIN LAYOUT .....	9
4.1	Funktionaalisen layoutin suunnittelu .....	9
4.2	Koneiden sijoittelu .....	10
4.3	Materiaalien varastointi.....	12
4.3.1	Eristeiden sijoittaminen .....	12
4.3.2	Peltien sijoittaminen .....	12
4.4	Pohjapiirrossuunnitelmien tekeminen .....	13
4.5	Layoutin toteutus .....	13
5	LIIMAUSPISTEEN AUTOMATISOINTI .....	14
5.1	Nykytilanne .....	14
5.2	Ongelmat .....	15
6	ROBOTIIKKA .....	16
6.1	Portaalirobotti.....	17
6.2	Scara-robotti.....	17
6.3	Kiertyväniveliset robotit.....	18
6.4	Robotin ohjaus.....	18
7	AUTOMATISOINNIN SUUNNITTELU.....	20
7.1	Portaalirobotin rakenne .....	20
7.1.1	Tarttijat .....	20
7.1.2	Lineaarijohteet .....	21
7.1.3	Servojärjestelmä .....	21
7.2	Anturit .....	22
7.3	Viivakoodit.....	23
7.4	Liima .....	23
7.5	Liimauspää .....	24
7.6	Liiman syöttö.....	24
7.7	Kuljettimet.....	25
8	POHDINTA.....	26
	LÄHDELUETTELO .....	28

---

Liite 1	Aikataulu
Liite 2	1. Layout-suunnitelma
Liite 3	Valmis layout
Liite 4	Anturien valintakaavio
Liite 5	Gasket system with cartesian robot
Liite 6	Robatechin liimauspäät polyuretaniliimoille
Liite 7	Erityyppisiä viivakoodeja

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Forssassa sijaitsevalle kylmälaitteita valmistavalle Aste Finland Oy:lle. Työ toteutetaan projektina, joka kokonaisuudessaan on laajempi kuin mihin tässä opinnäytetyössä keskitytään. Projektissa mukana on yrityksen puolelta asiantunteva ryhmä.

Tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa layout vapautuneeseen hallitilaan. Vapautuneeseen halliin siirrettäisiin kylmälaitteiden elementtien valmistus ja kaikki materiaalien työstö. Materiaalien työstö, eli eristeiden leikkaus ja jysintä, tuottaa niin paljon purua ja pölyä, että se halutaan sijoittaa omaan tilaansa kunnon purunpoistolla. Tarkemmat selvitykset materiaalien optimaalisista eräköoista, läpimenoajoista, tuotannonohjauksista ja muista tuotantotalouteen liittyvistä asioista rajattiin tämän opinnäytetyön ulkopuolelle, mutta ovat olennaisena osana koko projektissa.

Elementtien valmistuksen yhtenä vaiheena on liimaus, jonka automatisoinnin suunnittelu on toisena tavoitteena tässä opinnäytetyössä. Liimausvaihe on monimutkainen koska siinä liimataan monenkokoisia elementtien osia. Liimaus on myös työntekijän kannalta hankalaa mutta yksitoikkoista. Layoutin suunnittelu kytkeytyy tähän automaatio-suunnittelu-osuuteen tuotantomäärätavoitteen sekä liimauskoneelle käytettävissä olevan tilan kautta.

Työ aloitetaan kartoittamalla tuotannon nykytila sekä kaikki tarvittavat koneet ja materiaalivirrat. Työssä tärkeää on haastatella työntekijöitä koneiden käytöstä ja kuunnella heidän mielipiteitään kohteista, joihin tulisi kiinnittää erityistä huomiota. Suunnittelussa ei välttämättä huomaa kaikkia yksityiskohtia, joita koneen käyttämiseen liittyy, mutta jotka koneen käyttäjä tietää.

Aste Finland Oy on vuonna 2010 perustettu, plug-in-kylmälaitteiden tuotekehitykseen, markkinointiin ja myyntiin keskittynyt yritys. Pääkonttori ja tuotantolaitos sijaitsevat Forssassa. Asteella on jälleenmyyjiä eri puolilla Skandinaavia, Baltian maissa, Keski- ja Etelä-Euroopassa, Venäjällä sekä Australiassa. (Company and services n.d.)

Yritys valmistaa erilaisia ja erikokoisia kylmälaitteita asiakkaan tarpeen mukaan. Myös laitteiden ulkoasu toteutetaan asiakkaan haluamalla tavalla erilaisten brändien mukaisesti (Kuva 1). Aste Finlandilla on kolme eri tuoteryhmää: AVO, CELIT ja SUBSTER. Yritys valmistaa myös täysin räätälöityjä kylmälaitteita asiakkaan toiveesta sekä Lumo-tuotenimellä viini-kaappeja. (Company and services n.d.)

AVO on tuoteperhe, jonka laitteet voi sijoittaa hyllylle, pöydälle ja lattialle. Yhtenäisen muotokielen ansiosta laitteet soveltuvat käytettäväksi yhdessä tai erikseen. SUBSTER-tuoteperheen laitteilla saa 360° näkyvyyden tuotteille. Tuotteilla voidaan maksimoida tilankäyttö ja brändin näkyvyys. CELIT-tuoteperhe koostuu ammattikäyttöön tarkoitetuista, lasiovellisista kylmälaitteista. Niiden merkittäviä ominaisuuksia ovat helppo käytettä-

vyys, alhainen energiankulutus ja huoltovapaa rakenne. CELIT-tuoteperheessä on käytössä innovatiivinen kylmäkasetti, joka helpottaa ja nopeuttaa laitteiden huoltoa. (Company and services n.d.)

Yritys tarjoaa myös huolto- ja kunnossapitopalveluita sekä laadukkaita varaosia. palveluihin kuuluu asiakkaan toiveiden mukaan kunnostus, varastointi ja ylläpito, hankinta- ja logistiikkapalvelut sekä nopeat varaosatoimitukset. (Company and services n.d.)

CELIT-tuoteperheen laitteet valmistetaan elementeistä. Elementtejä voidaan tehdä erikokoisia ja siksi kylmälaitteiden koko on joustavasti muutettavissa. Koska valmistustapa on täysin uusi, ei elementtien valmistukseen erikoistunutta laitteistoa tai toimintatapaa ole. (Salonen, haastattelu 30.10.2014) Tässä opinnäytetyössä keskitytään tämän tuoteperheen elementtien valmistuksen tehostamiseen uuden layoutin ja liimauskoneen kautta.



Kuva 1. Asiakkaalle räätälöity kylmälaite.

## 2 ELEMENTTIEN TUOTANNON TEHOSTAMINEN

### 2.1 Projektinhallinta

Projektinhallinta on tässä työssä tärkeässä osassa. Aikataulu on erittäin tiukka sekä työntekijän että työn tilaajan puolesta. Koko projektille on aikaa noin 3 kuukautta ja tämän opinnäytetyön tekemiselle noin 2 kuukautta. Projektin loputtua asioiden tulee olla siinä tilassa, että yrityksen tuotannon suunniteltu kasvu pystytään toteuttamaan.

Aikataulu on yksi tärkeimmistä mittareista projektin onnistumista arvioitaessa. Hyvä aikataulun laatimisessa on otettava huomioon seuraavia asioita:

- Määrittele projektille selkeät aloitus- ja lopetuspäivät.
- Luo projektille välitavoitteita.
- Huomioi loma-ajat.
- Muista ihmisten muun työn kuormitus.
- Huomioi eri työtehtävien riippuvuudet. (Kettunen 2003, 101.)

Vaikka käytössä on yrityksen puolelta hyvä työryhmä, on sillä omat päivittäiset työnsä tehtävänään. Hyvin tehdyn aikataulun mukaisesti on selkeää ja helppoa työskennellä. Koska layoutin toteutus, kuten koneiden siirto ja asennus, vie paljon työntekijöiden aikaa, on tärkeää että eri vaiheet on aikataulutettu. Työntekijät eivät voi irrottautua omista tehtävistään milloin tahansa, mutta hyvin tehdyllä aikataululla tähän osataan varata aikaa. Uusi layout, uusine työpisteineen ja työnkulkuineen on työntekijöille myös jotain totutusta poikkeavaa, joten muutoksen tekeminen on vaikeaa ja vanhat tavat vaikea rikkoa. Tähän auttaa hyvä projektin hallinta ja ohjeistus uudesta layoutista ja sen määrittelemistä työnkuluista ja materiaalivirroista. Aikatauluun myös sitoudutaan, jolloin kaikki tehtävät tulee toteutettua.

Aikatauluun merkittiin kaikki layout-suunnittelun, toteutuksen, automatisoinnin suunnittelun ja automatisoinnin toteutuksen eri vaiheet. Tärkeää on kirjata, mitä pitää olla tehtynä jotta layout voidaan toteuttaa ja mitä tulee olla tehtynä, jotta liimaus olisi automatisoitu. Aikatauluun merkittiin myös toteutuneet vaiheet rastilla. Aikataulusta näkee myös jälkeenpäin nopealla silmäyksellä, mitä on tehty, missä järjestyksessä ja milloin. Aikataulun tekemiseen käytettiin yrityksessä jo aikaisemmin käytettyä pohjaa. Alustava aikataulu on liitteenä tässä opinnäytetyössä (Liite 1).

Ennen projektia pitää päättää miten projektin eteneminen raportoidaan ohjausryhmälle tai projektin omistajalle. Pienissä projekteissa eri osapuolet on kohtalaisen helppo pitää ajan tasalla projektin etenemisestä, eikä määramuotoisia projektin väliraportteja tarvita. Erityisesti lyhyissä ja yksinkertaisissa projekteissa on syytä välttää liikaa raportointia. (Kettunen 2003, 110.)

Tässä projektissa projektin etenemistä ja tilaa seurataan viikoittaisissa palavereissa. Yrityksessä on joka viikko palaveri, jossa käydään läpi tärkeitä



asioita. Palaverien yhteydessä projektin tila käydään läpi. Koska kaikki osapuolet ovat paikalla palaverissa, on kysymysten esittäminen helppoa. Palavereissa voidaan myös pureutua yhdessä johonkin projektissa ilmeneeseen ongelmaan.

## 2.2 Elementtien rakenne

CELIT-tuoteperheen laitteet koostuvat elementeistä: sivuseinät, pohja, katto ja takaseinä. Kokoonpanopuolella niihin tulee loput varustelut, kuten ovi, kylmäkasetti ja hyllyt. Elementtien koot vaihtelevat valmistettavan kaappikoon mukaan. Takaseinä koostuu isommissa kaappikooissa useasta elementistä. 120 cm leveässä kaapissa on takaseinä kolme elementtiä päällekkäin, jotka kaikki ovat 120 cm leveitä ja 60 cm korkeita. Yhtenäisen ison elementin käsittely olisi hankalaa.



Kuva 2. 60 cm leveä kaappi (CELIT series n.d.).

Aikaisemmin kaapit on valmistettu yhtenäisestä sisäosasta ja yhtenäisestä ulko-osasta, joiden väliin eriste on pursotettu. Jokaiselle kaappikoolle on tarvittu oma muottinsa. Koska muotit ovat kalliita, on kaappeja aikaisemmin valmistettu vain vakiokokoja. (Salonen, haastattelu 30.10.2014.) Elementtien ansiosta kaappien koko on täysin muunneltavissa. 60 cm, 87 cm ja 120 cm leveät kaapit ovat CELIT-tuoteryhmän myydyimpiä ja tuotantomääriltään isoimpia (Kuva 2).

Elementit koostuvat sisäpellistä, eristeestä, värivalmiista ulkopellistä ja kylmäkatkolistasta. Kattoelementti koostuu kahdesta eristeestä monimutkaisten työstöjen takia, joita olisi hankala toteuttaa yhteen eristeeseen. Pelit tulevat Asteelle toimittajalta täysin valmiina. Ne ovat valmiiksi prässätty oikeaan muotoon ja niissä ovat tarvittavat reiät valmiina. Pohjan pellissä on valmiina pyörät ja sivupelleissä reiät hyllynkannattimille.

## 2.3 Elementtien valmistus

Elementtien valmistus alkaa eristeiden työstöllä. Ensin eristeet leikataan oikean pituisiksi ja levyisiksi. Leikkaamisen jälkeen eristeisiin jyrksitään erilaisia muotoja ja reikiä. (Kuva 3)



Kuva 3. Jyrsittyjä eristeitä kuljetuskärryissä (J. Polakovski 2014).

Koska isommissa laitteissa takaseinä koostuu monesta eri elementistä, täytyy eristeisiin jyrsiä liitântäkolot, naaras- ja urospäät, jotta takaseinästä tulee yhtenäinen. Pohjan eristeeseen jyrksitään aukot kaappiin tulevien pyörien takia. Kattoelementti koostuu kahdesta eristeestä joihin jyrksitään muodot tulevan kylmäkasetin kohdalle. Kylmäkatkolistat leikataan valmiista listasta oikean pituisiksi. Tämän jälkeen listat, pellit ja työstetyt eristeet menevät liimaukseen.

Liimauksessa osat liimataan yhteen ja kylmäkatkolista kiinnitetään paikoilleen valmiiksi elementiksi. Liimauksesta lisää luvussa Liimauspisteen automatisointi. Liimauksen ja kuivumisen jälkeen elementit ovat valmiita ja ne menevät kokoonpanohalliin, jossa niistä kasataan valmis kylmälaitteen runko.

## 3 LAYOUT-SUUNNITTELU

Layout on termi, jolla tarkoitetaan fyysisten osien, kuten koneiden, laitteiden, varastopaikkojen ja kulkureittien sijoittelua tehtaassa. Layoutit voidaan jakaa kolmeen eri päätyyppiin. Layout valitaan tuotevalikoiman laajuuden ja tuotettavien määrien mukaan. (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 475.)

Layout on aina kompromissi, koska optimaalista ratkaisua kaikkien tekijöiden suhteen ei yleensä ole. Layout voi vaihdella tuotantoprosessin vai-

heen mukaan. Esimerkiksi tuotteet kokoonpannaan linjassa ja osat valmistetaan solussa. Funktionaalisesti järjestetyssä konepajassa voidaan osa valmistuksesta organisoida soluksi. Seuraavissa luvuissa kerrotaan eri layout-tyypeistä; Tuotantolinjasta, funktionaalisesta layoutista ja solu-layoutista. (Haverila ym. 2009 480.)

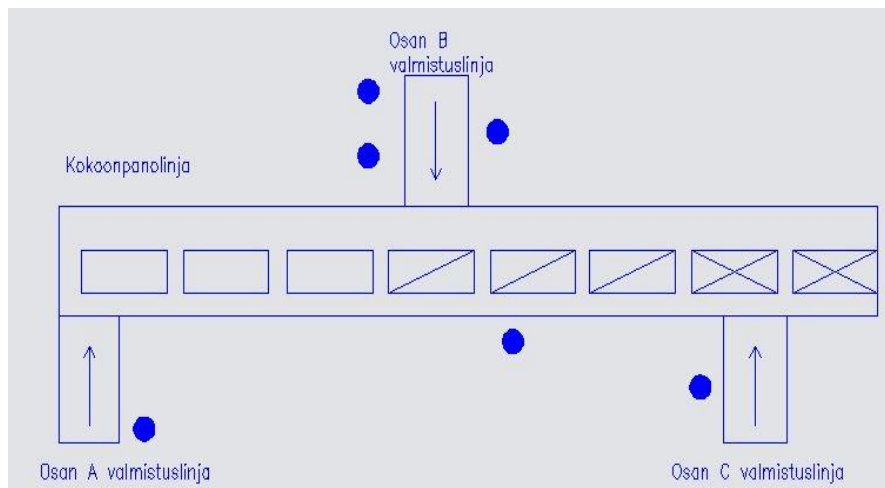
Keskeisin tavoite on materiaalivirtojen tehokkuus – materiaalien siirtoetäisyydet mahdollisimman pieniä. Layout-suunnittelussa otetaan huomioon myös mahdolliset muutos- ja laajennustarpeet, erityisesti raskaiden ja vaikeasti liikutettavien koneiden ja laitteiden sijoittelussa. Maalaus- ja tuotantolinjat, raskaat koneet ja kiinteät varastorakennelmat on sijoitettava niin, että ne eivät häiritse layoutin myöhempää kehittämistä. Hyvän layoutin ominaisuudet ovat seuraavat:

- materiaalivirrat ovat selkeät
- layout on helposti muutettavissa
- materiaalien siirtotarve on pieni
- kuljetusmatkat ovat lyhyet
- materiaalien vastaanotto ja jakelu ovat tehokkaita
- tila on tehokkaasti käytetty
- työturvallisuus on otettu huomioon. (Haverila ym. 2009 482.)

### 3.1 Tuotantolinja-layout

Koneet ja laitteet ovat valmistettavan tuotteen työnkulun mukaisessa järjestyksessä. Tuotantolinja on erikoistunut jonkin tietyn tuotteen valmistukseen. Työnkulku on automatisoitua ja tehokasta. Vaiheiden välillä voi olla käytetty kuljettimia. Suuren valmistusmäärän ansiosta tuotteen yksikköhinta muodostuu alhaiseksi. Tuotannonohjaus on helppoa selkeän työnkulun ansiosta. Tuotantolinjaa ohjataan yhtenä kokonaisuutena. (Haverila ym. 2009, 475 - 476.)

Tuotantolinjan rakentamisen kustannukset ovat kalliit ja se sietää huonosti häiriöitä – pienikin häiriö vaikuttaa nopeasti koko linjaan. Laadunvalvonta on tärkeätä, koska häiriöiden aiheuttamat kustannukset ovat suuret ja linja kykenee tuottamaan tehokkaasti myös virheellisiä tuotteita. Tuotantolinjan laajentaminen myöhemmin on vaikeaa. Tuotantosarjat ovat pitkiä, koska tuotteen vaihtaminen vaatii pitkän asetusajan. Kuvassa 4 on esitetty tuotantolinja-layoutin rakenne. (Haverila ym. 2009, 475 - 476.)



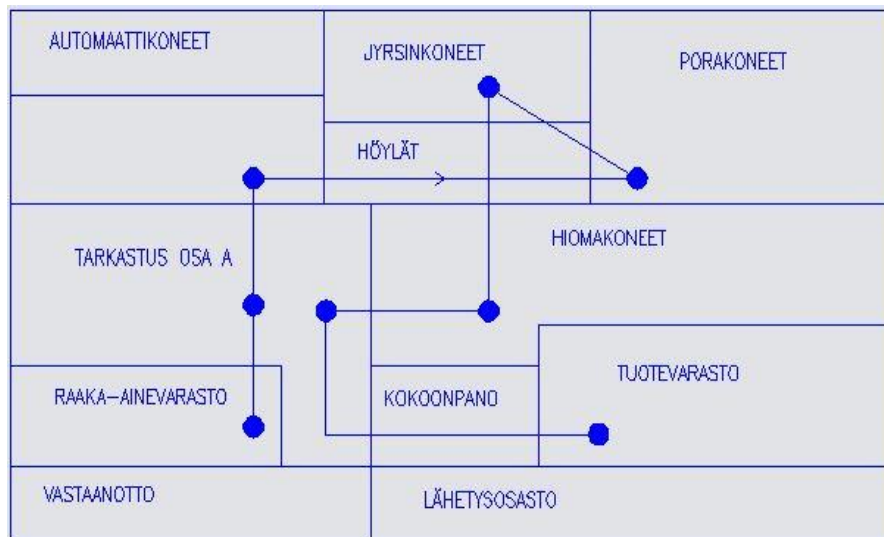
Kuva 4. Tuotantolinja-layout (Haverila ym. 2009, 476.)

### 3.2 Funktionaalinen layout

Työkoneet ja työpisteet on ryhmitelty työtehtävien samankaltaisuuden mukaan. Esimerkiksi kaikki sorvit ovat sorvaamossa ja hitsauskoneet hitsaamossa. Funktionaalista layoutia kutsutaan myös teknologiseksi layoutiksi koneiden tuotantoteknologiaan perustuvan ryhmittelyn vuoksi. (Haverila ym. 2009, 476 – 477.)

Valmistusmäärät ja tuotetyypit voivat vaihdella huomattavasti. Koneet ovat tavallisesti monipuolisia yleiskoneita joilla voidaan työstää erilaisia tuotteita. Tuotteet valmistetaan yksittäiskappaleina tai sarjoina. Toteutus on tuotantolinjaan verrattuna halpa ja helppo sekä laajentaminen myöhemmin on joustavaa. Erilaisten tuotteiden valmistaminen on helpompaa. (Haverila ym. 2009, 476 – 477.)

Tuotannonohjaus perustuu eri koneille jonottavien töiden järjestelyyn. Töiden ohjaaminen oikea-aikaisesti työvaiheesta toiseen on hankalaa. Tuottavuus on tuotantolinjaan verrattuna heikompaa. Työpisteiden etäisyys vaatii välivarastoja ja laadunhallinta on hankalaa. Eri tuotteiden poikkeavien työnkulkujen vuoksi automaatiota voidaan käyttää rajoitetusti materiaalien käsittelyyn. Kuvassa 5 on esitetty funktionaalisen layoutin rakenne. (Haverila ym. 2009, 476 – 477.)

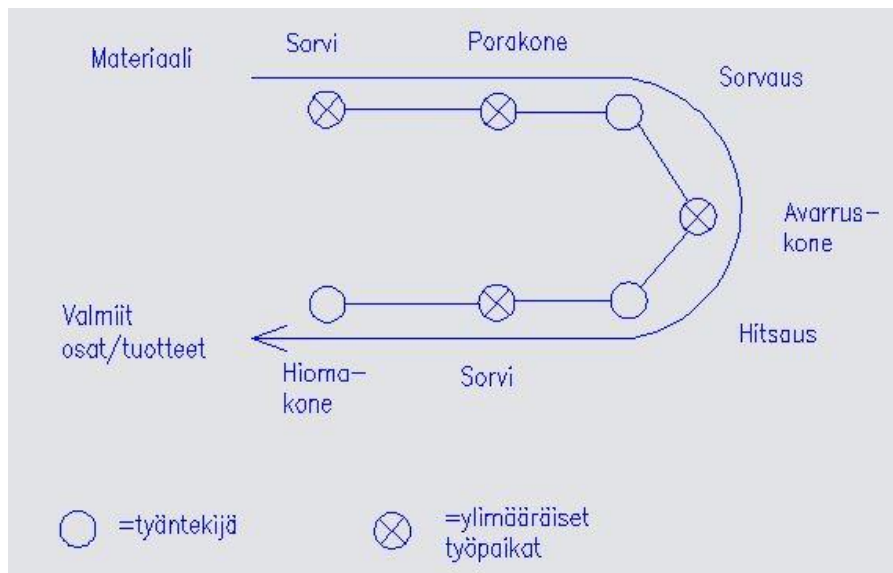


Kuva 5. Funktionaalinen layout (Haverila ym. 2009, 477).

### 3.3 Solu-layout

Solu-layout on välimuoto funktionaalisesta layoutista ja tuotantolinjasta. Se muodostaa itsenäisen, eri koneista ja työpisteistä kootun ryhmän joka valmistaa tiettyjä osia tai suorittaa tiettyjä työvaiheita. Materiaalivirta on selkeä, eikä siinä esiinny välivarastoja. Eri tuotteiden valmistusmäärät ja eräkoot saattavat vaihdella paljon. Tuotteita valmistetaan yksittäiskappaleina tai sarjoina. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska se muodostaa vain yhden kuormituspisteen. Solu pystyy valmistamaan joustavasti niitä tuotteita joiden valmistamiseen se on suunniteltu, mutta se on herkkä tuotevalikoiman voimakkaille muutoksille ja kuormituksen vaihteluille. (Haverila ym. 2009, 477 – 478.)

Soluvalmistusta on perusteltu työntekijöiden motivaation ja tuottavuuden nousulla. Solussa työskentelevät vastaa tehtäviensä suunnittelusta ja suorittamisesta itsenäisesti. Työntekijät voivat itse vaikuttaa keskinäiseen työnjakoon ja tehtävien kierrättämiseen. Kuvassa 6 on esitetty solu-layoutin rakenne. (Haverila ym. 2009, 477 – 478.)



Kuva 6. Solulayout (Haverila ym. 2009, 478).

## 4 ELEMENTTIEN TUOTANTOHALLIN LAYOUT

Layout toteutetaan halliin jonka pohjapinta-ala on 310,5 m<sup>2</sup>. Tästä pinta-alasta osan vie halliin rakennettu, olosuhdetestaukseen suunniteltu testihuone, joka on noin 60 m<sup>2</sup>. Testihuoneen päälle menee portaat ja siellä on täysin kestävä teräspalkkien päälle rakennettu taso. Lisäksi hallin yhdessä nurkassa on ilmanvaihtokone, joka ei ole siirrettävissä. Liitteenä olevasta layout-suunnitelmasta selviää ovien ja muiden esteiden paikat (Liite 2). Pohjakuvaan piirrettiin jälkeensä testihuone ja ilmanvaihtokone, mutta testihuoneen päälle johtavat portaat jäivät kuvasta puuttumaan. Portaat sijaitsevat pohjakuvan oikeassa alanurkassa. Lisäksi heti portaiden vieressä vasemmalla on huoltosilta ylhäällä, joka vie tilaa korkeudesta sillä kohdalla. Tähän kohtaan ei voi sijoittaa esimerkiksi korkeaa varastohyllyä.

Kokoonpanohallin, saapuvien tavaroiden ja laboratorion ovien kohdalle ja välille on jätettävä tilaa jossa trucki mahtuu kulkemaan esteettömästi. Tämä muodostaa käytävän hallin toiselle laidalle. Trucki on niin sanottu vastapainotrucki ja se vaatii tilaa noin 2,7 metriä.

Kuten Haverila ym. (2009 482) kirjoittaa, hyvän layoutin ominaisuuksiin kuuluu turvallisuuden huomioiminen. Käytävän tulee olla vapaa kaikesta muusta, niin että sillä on turvallista liikkua. Sekä käytävä että koneiden käyttöalueet merkitään teipein lattiaan turvallisuuden ja selkeyden parantamiseksi.

### 4.1 Funktionaalisen layoutin suunnittelu

Koska valmistettavia elementtejä on monenkokoisia ja tuotantomäärät jäävät pieniksi, ei tuotantolinja-layoutin toteuttaminen ole mahdollista. Layout-suunnittelussa sovelletaan funktionaalista layout-suunnittelua. Funktionaalisen layout-suunnittelun päävaiheisiin kuuluu tilantarpeiden laskeminen, siirtokertojen määrittäminen ja muiden vaatimusten huomioiminen. Näihin kuuluu esimerkiksi tärinän välttäminen, puhtausvaa-

timukset sekä koneiden perusvaatimukset. Seuraavana vaiheena on, vaatimukset täyttävien pohjapiirrossuunnitelmien tekeminen. (Haverila ym. 2009.)

## 4.2 Koneiden sijoittelu

Tilaan tulevat koneet ovat tarkkuussirkkeli (Kuva 7), jyrsin (Kuva 8), pituusleikkuri (Kuva 9), purunpoisto (kuva 7), uuni ja suunniteltava liimauskone. Liimauskoneelle on jätettävä riittävä tila mihin se voidaan asentaa. Visio liimauskoneesta oli jo olemassa ja lisäksi otettiin huomioon sen vaatima työskentelytila sekä turva-alue ja huoltotila. Käsinielisen liimauksen vaatimat pöydät ja muut tarvikkeet sijoitetaan tähän tilaan koneen tulon asti.



Kuva 7. Tarkkuussirkkeli edessä, purunpoisto takana (J. Polakovski 2014).

Koneet ovat isoja ja vaativat suuren työskentelytilan. Tarkkuussirkkeli on leveimmillään jopa 6,5 metriä ja 4 metriä syvyydeltään. Myös jyrsin vaatii sivuilleen pisimmän eristeen verran työskentelytilaa. Pituusleikkurilla leikkattavat listat saattavat olla jopa 6 metriä pitkiä. (Pelto-Knuutila, haastattelu 15.10.2014) Koneiden sijoittelussa on otettava huomioon työskentelytilan lisäksi, koneiden käyttöjärjestys sekä purunpoiston kytkeminen. Haverilan ym. (2009 482) mukaan layout-suunnittelussa tulee ottaa huomioon myös mahdolliset muutostarpeet, etenkin isojen koneiden kohdalla. Tähän kiinnitettiin huomiota koneiden sijoittelussa.





Kuva 8. Jyrsin (J. Polakovski 2014).



Kuva 9. Pituusleikkuri (J. Polakovski 2014).

Purunpoisto tulee olla kytkettävissä sekä tarkkuussirkkeliin että jyrsimeen. Purunpoistokone sijoitettiin testihuoneen päälle, jossa sijaitsee jo muun muassa iso tulostinlaite. Tarkkuussirkkeli ja jyrsin sijaitsevat suoraan testihuoneen vieressä alatasolla, joten kytkeminen ei tuottanut ongelmia. Näin testihuoneen päällä sijaitsevaa tyhjää tilaa saatiin hyötykäyttöön ja mahdollisimman paljon tilaa alas. Kiireisenäkin aikana purunpoistokonetta tyhjennetään noin kerran päivässä. Tyhjennettävä pussi on niin kevyt, että koneen sijoittamista testihuoneen päällä olevalle tasolle ja työntekijän nousemista sinne kerran päivässä ei katsottu ongelmaksi.



### 4.3 Materiaalien varastointi

Materiaalien varastoinnissa otetaan huomioon, hyvän layout-suunnittelun mukaan, mahdollisimman vähäinen siirtely (Haverila ym. 2009 482). Materiaalit sijoitetaan niin että ne ovat lähellä sitä pistettä missä niitä tarvitaan ja niiden siirtäminen pienenkin matkan verran on vaivatonta. Trukin ja pumppukärkyjen käyttö minimoidaan, koska ne tarvitsevat tilaa ja ovat hankalia käyttää.

#### 4.3.1 Eristeiden sijoittaminen

Eristeitä tulee rekkalastillinen kerrallaan, koska se on kustannusten kannaltaärkevin erä koko. Tähän asti, vähäisen tilan takia, eristeitä on jouduttu säilyttämään suuria määriä pihalla. Tämä tuottaa ongelmia etenkin talvella, sillä eristeitä ei voi käyttää ennen kuin ne ovat lämmenneet.

Layout suunniteltiin niin, että eristeiden varastointiin sisälle jää tarpeeksi tilaa, ja mahdollisimman vähän eristeitä joutuisi jättämään pihalle. Rekkalastillinen on kuitenkin niin iso määrä, että kaikkien säilyttäminen sisällä, tässä tilassa, on mahdotonta. Eristeitä onärkevintä säilyttää lattialla, johon niitä on helppo pinota päällekkäin, eivätkä hyllyt vie turhaa tilaa. Eristeniput ovat kevyitä siirrellä joten niihin ei tarvitse käyttää mitään nosto- ja kuljetusvälineitä.

Eristeiden varastointipaikka sijoitettiin niin, että se on lähellä pistettä jossa niitä tarvitaan ensimmäiseksi sekä lähellä ovea mistä ne saapuvat. Työstettävien eristeiden ja valmiiden eristeiden kuljetukseen hallissa on olemassa karrut (Kuva 3). Jokaisen työstökoneen vieressä on oltava tila näille karruille.

Koska sama ihminen saattaa hoitaa sekä liimauspisteen, että eristeiden työstön onärkevintä työstää eristeitä päivän tarpeet kerrallaan. Näin ollen työstetyille eristeille karruineen on oltava välivarastointiin tila. Välivarasto sijoitettiin niin, että siihen on helppo työstöstä siirtää eristeet, sekä niin, että ne on helppo siirtää liimaukseen.

#### 4.3.2 Peltien sijoittaminen

Pellit sijoitetaan suoraan siihen paikkaan missä niitä tarvitaan, eli liimauspisteen läheisyyteen. Peltien erä koko on kahden päivän tarpeet. Layout-suunnittelussa piti tämä ottaa huomioon ja varata tarvittava tila saapuville pelleille.

Pellit ovat painavia ja etenkin sivupellit vievät paljon tilaa. Tähän asti pellit ovat tulleet toimittajalta erikokoisten lavojen päällä vaakatasossa. Koska sivupellit ovat isoja, ne eivät mahdu tavallisten lavojen, kuten eurolavojen päälle. Tähän asti toimittaja on pakannut pellit kertakäyttölavoille, jotka joskus ovat olleen niin pitkiä, että niitä on joutunut moottorisahalla lyhentämään. Sivupeltejä ei voi pakata lavalle kuin noin 40 kappaletta. Isommissa pinoissa alimmat pellit alkavat taipua liiasta painosta.

Sivupelleille suunnitellaan uusi lava tai kärry, jossa ne parhaiten kulkeutuvat toimittajalta sekä vievät vähiten tilaa. Uudessa kärryssä pellit voisivat mahdollisesti olla pystyasennossa. Uudet kärryt voisivat kiertää. Kun kärryt tyhjenevät, ne lähtevät takaisin toimittajalle uudelleen täytettäväksi. Peltien tulee olla helposti otettavissa uudesta kärrystä.

#### 4.4 Pohjapiirrossuunnitelmien tekeminen

Layoutin suunnittelussa apuna käytettiin AutoCAD-suunnitteluohjelmaa, jolla valmiin sähköisen pohjapiirustuksen saa auki. Ohjelmaversiona käytettiin AutoCad LT:tä joka on ohjelman suppeampi versio, mutta täysin riittävä tähän käyttötarkoitukseen. AutoCadista on saatavilla myös versiot muun muassa arkkitehtuuriin, sähkösuunnitteluun ja mekaniikkasuunnitteluun. Myös 3D-suunnittelu onnistuu AutoCad-ohjelmalla. (Tuotteet 2014.) Pohjapiirustukseen piirrettiin kaikki koneet, varastointipaikat, kärryt, roska-astiat sekä muu tarvittava. Kun kaikki tarvittavat oli piirretty, ne tallennettiin omiksi lohkoiksi.

Lohko on AutoCAD-ohjelmassa englanninkielisellä nimellä block. Tallennettuja lohkoja on helppo siirrellä paikasta toiseen, monistaa ja sijoittaa eri pohjakuvaan. Lohkoja voi tehdä omia tai ladata AutoCadissa valmiina olevia lohkoja. Valmiita lohkoja ovat muun muassa arkkitehtuuriin liittyvät, kuten ovet ja ikkunat sekä PI-kaavioiden piirtämiseen tarkoitetut komponentit, kuten toimilaitteet ja säiliöt. Tyhjään pohjakuvaan pystyy hakemistosta hakemaan nimellä haluamansa tallennetun lohkon. Eri layout-vaihtoehtoja tehtiin monia joita läpikäytiin työntekijöiden kanssa. Työntekijöiltä saatiin tarkennuksia työkonien tarvittaviin työskentelyalueisiin.

#### 4.5 Layoutin toteutus

Liitteenä (Liite 2) on ensimmäinen layout-vaihtoehto, jonka perusteella koneita ryhdyttiin siirtämään. Pian huomattiin, että tarkkuussirkkeli ei mahdu sille suunnitellulle paikalle. Tarkkuussirkkeli on iso ja monimutkaisen muotoinen joten sen täydellinen mitoittaminen oikealle kohdalle pohjapiirustuksen perusteella on vaikeaa. Lopulta tarkkuussirkkeli siirrettiin paikkaan, joka toisessa layout-vaihtoehdossa oli piirrettynä lähes samaan kohtaan. Uusi paikka todettiin sille ainoaksi mahdolliseksi vaihtoehdoksi, jossa se vie vähiten tilaa ja jossa sen käyttö on vielä mahdollista. Muut koneet sijoitettiin funktionaalisen layoutin mukaisesti. Sirkkelin siirron jälkeen jouduttiin materiaalien varastointipaikkoja vielä miettimään uudelleen ja siirtämään hieman.

Layoutin toteutuksen aikana elementtien työstö yrityksessä jatkui, mikä hankaloitti toteutuksen loppuun viemistä. Tila alkoi täyttyä, koska ohjeistusta materiaalien uusista paikoista ja materiaaliavirroista ei ollut ehditty tekemään. Toisaalta tämä osoitti kaikki ongelmakohdat, joihin tulee kiinnittää lisää huomiota.

## 5 LIIMAUSPISTEEN AUTOMATISOINTI

Automatisointi tarkoittaa koneiden varustelua niin, että toiminta tapahtuu itsestään, ennakoon laaditun ohjelman mukaisesti. Automaatiota voidaan nykyisin soveltaa moniin eri tehtäviin, kuten osavalmistukseen, kokoonpanoon, pintakäsittelyyn, materiaalinkäsittelyyn jne. Tavallisesti automaatiolla toteutetaan samanlaisena toistuvia tehtäviä. (Haverila ym. 2009, 493.) Tuotantoautomaatio kiinnostaa yrityksiä keinona tehostaa tuotantoa ja karsia kustannuksia. Yleisiä perusteluja tuotantoautomaation käytölle yrityksissä ovat seuraavat:

- raskaiden ja vaarallisten työtehtävien välttäminen
- tuotannon laadun tasaisuus
- ammattitaitoisen henkilöstön puute (koneistajat, hitsaajat ym.)
- tuottavuuden parantaminen
- yritys- ja tuoteimagon ylläpito ja parantaminen
- miehittämättömien tuotantojaksoiden käyttö
- kalliiden tuotantolaitteiden käyttösuhteen parantaminen
- kapasiteetin lisääminen
- helpompi ohjattavuus ja
- visuaalisempi tuotanto. (Aaltonen & Torvinen 1997, 10.)

Automaattisen tuotantojärjestelmän komponentteja ovat:

- tuotantolaitteet ja -koneet
- ohjausjärjestelmät
- valvontalaitteet ja anturit
- toimi- ja säätölaitteet ja
- ohjelmointijärjestelmät. (Aaltonen & Torvinen 1997, 10.)

Suppeita sovelluksia ovat yksittäiset työstökoneet ja teollisuusrobotit. Laajimmat kokonaisjärjestelmät ovat automatisoituja tuotetehtaita, joissa laitteet, materiaalin siirrot ja kokoonpano on kytketty yhdeksi integroiduksi järjestelmäksi. (Aaltonen & Torvinen 1997, 10.)

### 5.1 Nykytilanne

Liimauspisteessä ei ole mitään automatiikkaa tai muuta tekniikkaa. Jokainen vaihe tehdään ilman koneen avustusta, täysin käsin. Työntekijä nostaa ulkopellin lavalta liimauspöydälle. Liima tulee isosta säiliöstä letkua pitkin, jonka päässä on hanatyypinen pää. Liimaa valutetaan hanasta pellille ja liiman määrä arvioidaan vain silmämääräisesti. Liima levitetään peltiin kauttaaltaan lastan avulla. Liiman päälle suihkutetaan sumutepullosta hie-  
man vettä. Pellin päälle nostetaan eriste ja lämpökatkolista asetetaan paik-  
koilleen. Liimausvaihe toistuu eristeen päälle, jonka jälkeen sisäpelti ase-  
tetaan. Valmiit elementit nostetaan kuivumaan lavetille päällekkäin ja nii-  
den jokaisen väliin laitetaan suojapaperi. Kuivuminen kestää noin 12 tun-  
tia.

Käytössä oleva liima on Kiillon Kestopur PL 100/20 1-komponenttinen polyuretaaniliima. Liiman kanssa on käytettävä vesisumua, koska liima kovettuu kosteuden avulla. Liiman kovettuessa syntyy jonkin verran vaahtoa. Viskositeetiltaan liima on 9000 mPas. Korkean viskositeetin takia liimaa suositellaan levitettävän käsin tai raitalevittimellä. (Kestopur PL 100/20 2014.)

Liiman ominaispaino on  $1,50 \text{ kg/dm}^3$  ja väriltään vaaleaa. Levitysmääräksi on ilmoitettu  $200 - 400 \text{ g/m}^2$ , materiaalista riippuen. Sen leikkausvetolujuudeksi epoksimaalatussa pellissä on ilmoitettu  $12 \text{ N/mm}^2$ . Puristusaika on  $6 \text{ h/20 } ^\circ\text{C}$ . Vesisumu lyhentää puristusaikaa. Vesisumun määrä on  $20 - 30 \text{ g/m}^2$ . Liimaa saa 10 litran peltiastiassa, 200 litran tynnyrissä tai 1000 litran teräskontissa. (Kestopur PL 100/20 2014.) Aste Finland käyttää 200 litran tynnyriä.

## 5.2 Ongelmat

Liimaustyövaiheen ongelmana on peltien ja elementtien liiallinen nostelu. Jokaisessa elementissä on kaksi peltiä jotka pitää nostaa lattialla olevalta lavalta. Suurimmat pellit ovat 60 cm leveitä ja 200 cm pitkiä joten ne ovat hankalia nosteltavia. Liimaus on hankalaa ja hidasta. Liiman määrää kontrolloidaan vain silmämääräisesti ja hanan sulkeminen ja aukominen on hankalaa. Liimaa ei myöskään pysty suoraan hanasta levittämään tarpeeksi tasaisesti vaan se pitää vielä erikseen levittää lastalla, joka on työlästä liiman paksuuden, eli suuren viskositeetin takia.

Automatisoinnin kannalta ongelmana on peltien ja eristeiden koko. Yhdessä kaapissa on jo viittä erilaista ja erikokoista elementtiä. Lisäksi pelleissä on reikiä joihin liimaa ei saisi mennä. Myös liiman paksuus tuottaa ongelmia automatisoinninkin takia. Liiman viskositeetti on niin suuri, että koneellista levitystapaa on hankalaa löytää. Moni liiman levityspää, vaatii liimalta alle  $5000 \text{ mPas}$ :in viskositeettia.

Kuivumisajan lyhentämiseksi on yrityksessä tehty jo tutkimusta ja valmistettu kuivumista nopeuttava uuni. Uuni pitäisi nyt ottaa käyttöön ja se lyhentäisi kuivumisajan 12 minuuttiin.

Tavoitteena on vähentää työntekijän rasitusta poistamalla nostelua ja kantamista ja suunnittelemalla näihin keventäviä toimintoja. Liiman annostelu ja levitys tulisi olla automatisoitua. Automatisoinnin avulla liimaa ei tarvitsisi enää erikseen levittää, vaan liima tulisi tarpeeksi tiheänä piste- tai vanamuodostelmana. Myös mahdollisen vesisumun tulisi tulla automaattisesti. Automatisoinnin tavoitteena on tehostaa elementtien valmistusta ja sitä kautta saada säästöjä.

## 6 ROBOTIIKKA

Kansainvälisen robottiyhdistyksen (IFR) mukaan robotti on uudelleen ohjelmoitava, vähintään kolmenivelineen mekaaninen laite, joka on suunniteltu liikuttamaan kappaleita tai työkaluja teollisuuden sovelluksissa. Liikera- ta voi olla kokonaan etukäteen määritelty, toimintaympäristön tapahtu- mien perusteella valittava tai antureiden perusteella liikkeen aikana luo- tu. Niveliä liikuttavat takaisinkytkettävät servotoimilaitteet. (Robotiikka 2008.)

Teollisuusrobotti voidaan määritellä toimilaitteiden, ohjelmointitavan, ni- velrakenteen- ja käyttötarkoituksen perusteella monella tavalla. Teolli- suusrobotti on ohjelmoitava monitoimilaite, joka on suunniteltu sekä käsit- telemään että kuljettamaan kappaleita tai työkaluja ja tarkoitettu uudelleen ohjelmoitavine ratoineen erilaisiin tuotantotehtäviin. Japanilaisen määri- telmän mukaan teollisuusrobotteja ovat

- manuaalinen manipulaattori
- kiinteän sekvenssin robotti
- muunneltavan sekvenssin robotti
- johdattamalla ohjelmoitava robotti
- numeerisesti ohjattava robotti ja
- älykäs havainnoiva robotti. (Robotiikka 2008.)

Suomessa roboteiksi luokitellaan vain neljä viimeisintä. Robottien käyt- tösovelluksissa tarkkuus on olennaista. Lähes kaikkien robottien tarkkuus on  $\pm 1$  mm.. Kokoonpanoroboteilta vaaditaan parempaa tarkkuutta, jolloin robotin on pystyttävä jopa  $0.05 \dots 0.1$  mm:n tarkkuuteen. Robottien kappaleen käsittelykyky vaihtelee  $1 - 5$  kg:n kappaleiden käsittelystä satojen ki- lojen käsittelyyn. Tavallisesti robotit seisovat omalla kiertyvällä jalustal- laan, mutta ne voidaan myös asettaa lineaariradalle, jolloin robotti voi liikkua eri työpisteiden välillä. Eri robottityyppejä pääakseleidensa mu- kaan on

- suorakulmainen robotti
- sylinterirobotti
- napakoordinaatistorobotti
- scara-robotti ja
- kiertyvänivelineen robotti. (Robotiikka 2008.)

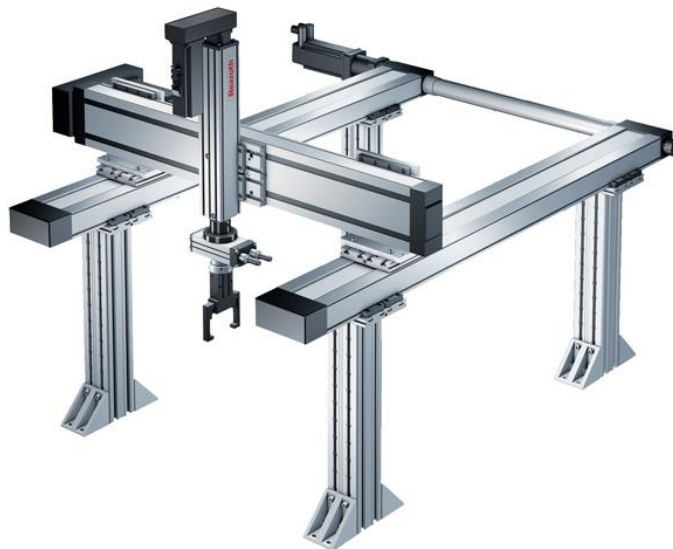
Robotit kykenevät suorittamaan tehtäviä sellaisella nopeudella ja tark- kuudella, johon ihminen ei kykene. Tämä tuo mittavia hyötyjä yritykselle ja parantaa työntekijöiden työolosuhteita. Automatisoinnin ja robotiikan ansiosta työntekijän ei tarvitse enää tehdä yksitoikkoisia tai vaarallisia tehtäviä. (ABB-teknologiat: teollisuusrobotit.)

Robotin toimilaitteina voidaan käyttää servomoottoreita tai suuria kuor- mia siirrettäessä hydraulisia toimilaitteita. Pneumaattisia toimilaitteita käytettäessä saavutetaan suuria lineaarinopeuksia ja yksinkertainen me- kaniikka. Suosituimmat teollisuusrobotit käyttävät lähes poikkeuksetta sähkömoottoreita. Tasavirtaservomoottoreiden tilalle ovat tulleet hiilihar-

jattomat vaihtovirtaservomoottorit. Niiden rakenne on yksinkertaisempi ja niillä on pidempi huoltoväli. Joidenkin robottien toimilaitteina käytetään edelleen askelmoottoreita. Niiden ongelmana on luistaminen toimittaessa voimaa vastaan. (Robotiikka 1999, 19)

## 6.1 Portaalirobotti

Portaalirobotti on yksi suorakulmarobotin tyypillisin versio. Sen rakenne on tuettu työalueen nurkista palkeilla, kuten kuvassa (Kuva 10). Suorakulmaisten robottien kolme ensimmäistä vapausastetta ovat lineaarisia. (Robotiikka 1999, 16.) Portaalirobotista käytetään myös nimitystä manipulaattori. Manipulaattoriksi kutsutaan myös laitetta jonka akselit menevät vain ääriasennosta toiseen, ilman paikanmittausta. Manipulaattori nimitys on melko sekava sillä Feston mukaan manipulaattori on robotin käsi, joka on vaikutuksessa käsiteltävään kappaleeseen. (Bocksnick 1991, 320.) Myös Englannin kielen sana manipulator, tarkoittaa juuri robotin kättä tai tarttujaa.



Kuva 10. Portaalirobotti (Linear motion technology).

## 6.2 Scara-robotti

Scara-robotti (Selective Compliant Assembly Robot Arm) muistuttaa ihmisen vaakatasossa liikkuvaa käsivartta. Scara-robotin kolmella kiertyvällä nivelellä työkalu saadaan tasolla oikeaan kohtaan ja kiertymäkulmaan. Neljäs lineaarinen pystyliike on työtason normaalin suuntainen. (Robotiikka 1999, 16.) Kuvassa Epsonin valmistama scara-robotti (Kuva 11).



Kuva 11. Scara-robotti (Epson G3 Scara robots).

### 6.3 Kiertyväniveliset robotit

Kiertyvänivelisessä robotissa kaikki vapausasteet ovat kiertyviä. Näitä ovat tavallisimmat teollisuusrobotit. Nykyään lähes kaikki teollisuusrobotit perustuvat mekaniikkaan, jossa tukivarret on kytketty peräkkäin. Tästä johtuen robottien kuormankantokyky on melko pieni, mutta työalue saadaan suureksi. Suuria voimia saadaan kytkemällä robotin vapausasteita rinnakkain, jolloin rakenne tukevoituu. (Robotiikka 1999, 16-17.) Kuvassa ABB:n valmistama kiertyvänivelinen robotti, jossa vapausasteita on kytketty rinnakkain.



Kuva 12. Kiertyvänivelinen robotti (IRB 6400RF).

### 6.4 Robotin ohjaus

Robottien ohjausjärjestelmät ovat prosessitietokoneita, jotka pystyvät ohjaamaan toimilaitteita tuhansia kertoja sekunnissa ja reagoimaan ympäristön viesteihin. Ohjausjärjestelmän tavallinen koostumus on:

- keskusyksikkö
- massamuisti ohjelmien tallennusta varten
- käsiohjain operointia ja ohjelmointia varten
- liitännät ulkoisia tietokoneita varten
- nivelkohtaiset toimilaitteet ja
- teholähteet, jotka muuttavat sähkönsyötön järjestelmälle ja laitteille sopivaksi. (Robotiikka 1999 34.)

Ohjelmoinnin perustehtävä on saada robotin tarttujen tai työkalu liikku-  
maan halutun työtehtävän vaatimalla tavalla. Toinen keskeinen tehtävä on  
saattaa robotin toiminta synkroniin ympäryslaitteiden kanssa. Tämä tapah-  
tuu antamalla ohjauksen avulla robotille liikettä vastaava numeerinen lii-  
keinformaatio, jonka robotin mekaniikka muuntaa liikeradoiksi. (Keinä-  
nen, Kärkkäinen, Metso & Putkonen 2002, 313 -316.)

Robottia ohjataan tavallisesti erillisellä käsiohjaimella, ohjainyksiköllä tai  
PC-tietokoneeseen asennetun ohjelman avulla. Ohjausmenetelmät voidaan  
jakaa karkeasti toimintatapansa mukaan neljään perustyyppiin:

- Mekaanis-rakenteellinen tyyppi, jossa liikkeet, rajat ja toimintajärjestys  
asetetaan käsin.
- Johdattamismenetelmä, jossa robotti kuljetetaan käsiohjauksella työ-  
vaiheet läpi.
- Opetetaan robottia, eli liikutellaan robottia käsiohjauksella halutun rei-  
tin pisteestä pisteeseen, jotka tallennetaan robotin kokonaisohjelmaan.
- Tekstiparametreihin perustuva ohjelmointi, jossa käytetään ohjelmoin-  
tipäätettä, sekä spesifiä ohjelmointikieltä. (Keinänen ym. 2002, 313 -  
316.)

Luokittelussa käytetään myös luokittelua off-line- ja on-line-ohjelmointi.  
On-line-ohjelmointi tarkoittaa ohjelmointitapaa jossa robottia käytetään  
apuna, jolloin robotti ei voi olla tuotannossa mukana. Off-line-ohjelmointi  
tapahtuu muualla kuin robottiympäristössä ja ohjelma siirretään varsinais-  
seen tuotantokoneeseen. (Keinänen ym. 2002, 313 -316.)

Robottien ohjaus on tietojenkäsittelyä havainnollisimmillaan – virheet  
huomataan törmäyksinä tai virheliikkeinä, jollei robotti pysäytä liikettä  
virheilmoitukseen. Periaatteena on, että kaiken tarvitsee olla kunnossa tai  
käsivarsi ei liiku. (Robotiikka 1999 35.)



## 7 AUTOMATISOINNIN SUUNNITTELU

Automatisoinnin suunnittelua päätettiin jatkaa portaalirobotin käytön tutkimisella. Liimausvaihe on työntekijän kannalta yksitoikkoinen ja liiman käsittely on terveydelle haitallista. Kiertyväniveliset robotit ja scara-robotit ovat ylimitoitettuja toiminnoiltaan ja liian kalliita hankintahinnoiltaan tässä tapauksessa. Portaalirobotin käytön etuna on yksinkertainen ja luotettava rakenne sekä ohjelmoinnin ja robotin paikoituksen helppous.

### 7.1 Portaalirobotin rakenne

Portaalirobotti koostuu yleensä lineaarijohteista, johteiden kelkkoja liikuttavista servomoottoreista, työkalusta tai tarttujasta, servovahvistimista ja ohjausjärjestelmästä. Esimerkiksi Festo toimittaa asiakkailleen valmiita manipulaattoriratkaisuja, jotka eivät vaadi kuin liiman levityspään kiinnittämisen ja manipulaattorin käyttöönoton tehtaalla. Valmiita portaalirobottiin perustuvia liimanlevityskoneita on myös markkinoilla tarjolla. Liitteenä on kuva (Liite 5) Euro Poliuretanin valmistamasta liimanlevityskoneesta.

#### 7.1.1 Tarttujat

Robotin tarttujaelin toimii robotissa toiminnan välineenä ja ohjelman ja työkappaleen välillä. Erilaisia tarttujia ovat varsinaiset tarttujat joihin kuuluvat mekaaniset tarttujat, kuten kuvassa (Kuva 13), jäykät tarttujat, joustavat tarttujat, magneettitarttujat ja imu- tai tyhjiötarttujat. Varsinaisiin tarttujiin voidaan myös lisätä mittauselimiä, leikkureita tai taivuttimia. Tarttujina voi toimia myös erilaiset työkalut kuten pistehitsaus-, kaarihitsaus-, ruiskumaalaus-, hionta- tai talttaustyökalu. Työskentelytavaltaan tarttujat voivat olla jatkuvatoimisia tai kaksiasentoisia – auki - kiinnityyppisiä. (Keinänen ym. 2002, 321-322.)

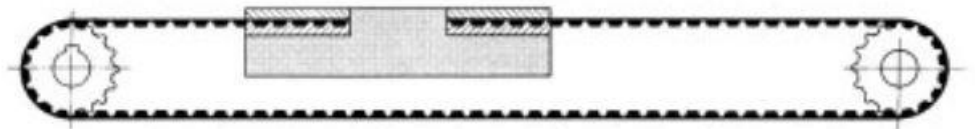


Kuva 13. Mekaaninen tarttuja (Mekaaniset tarttujat).

### 7.1.2 Lineaarijohteet

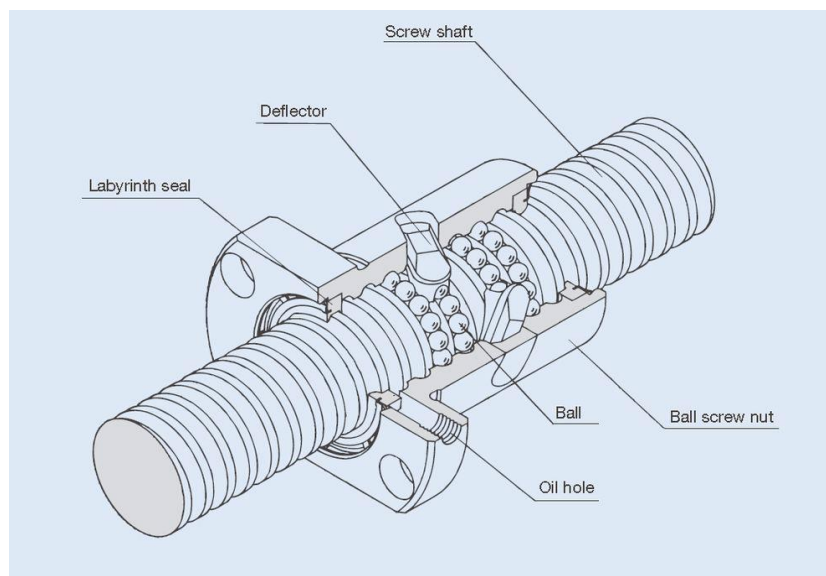
Lineaarijohteet koostuvat johteesta ja siinä kiinni olevasta keltasta. Kelkan liikkumistapoja on hammashihna ja kuularuuvi. Uutta tekniikkaa edustaa lineaariservomoottori jossa moottori saa liikkeen aikaan. Lineaarijohteet ovat kompakteja kokonaisuuksia, jotka on suojattu pölyltä.

Hammashihna muuntaa pyörimisliikkeen suoraan lineaariliikkeeksi, luotettavasti ja nopeasti. Liikenopeutta voi nostaa jopa 10 m/s asti ja haluttu akseliväli on mahdollinen. Esimerkkinä kuva Breco-merkkisestä hammashihnasta keltalla (Kuva 13). (Hammashihnat, lineaaritekniikka 2014.)



Kuva 14. Hammashihna keltalla (Hammashihnat, lineaaritekniikka 2014).

Lineaariliike voidaan toteuttaa myös kuularuuvien avulla. Kuularuuvien rakenne selviää kuvasta 14.



Kuva 15. Kuularuuvien rakenne (THK Kuularuuvi n.d.).

### 7.1.3 Servojärjestelmä

Servotekniikka on 2. maailmansodasta lähtien palvellut sotatekniikkaa nopeiden ja tarkkojen liikkeiden tuottamisessa. Servotekniikan viimeisimpiä sovelluksia ovat kappaleenkäsittelyautomaation erilaiset siirto- ja kuljetuslaitteet, jotka siirtävät kappaleen nopeasti ja tarkasti haluttuun paikkaan. Servojärjestelmässä on oleellista toimilaitteelle annetun asetusarvon toteutumisen varmistaminen takaisinkytkennän avulla. Normaleja takaisinkytkentöjä koneautomaation laitteissa ovat asema- ja nopeustakaisinkytkentä. (Fonselius, Rinkinen & Vilenius, 1998, 7.)

Sähköisen servojärjestelmän toimilaitteeksi sopii mikä tahansa sähkömoottori. Tavallisesti kuitenkin käytetään servomoottoreita. Ne ovat erikoisrakenteisia tasa- tai vaihtovirtamoottoreita. Servomoottori eroaa muista sähkömoottoreista roottorin pienen hitausmomentin osalta, joka mahdollistaa suuret kiihtyvyydet ja hidastuvuudet. Myös askelmoottori on yleinen servojärjestelmien toimilaite. Sen etuna on ohjausjärjestelmän täydellinen digitaalisuus, josta seuraa hyvä yhteensopivuus tavallisimpien ohjauslaitteiden ja logiikoiden kanssa. (Fonselius ym. 1998, 10.)

Servomoottoreita ohjataan servovahvistimilla. Sen päätehtävä on syöttää servomoottorille sen tarvitsema virta. Servovahvistimen yhteensopivuus servomoottorin kanssa täytyy varmistaa sillä servomoottoreita on erilaisia. Jokainen servomoottori vaatii usein oman servovahvistimensa. Toimintaperiaatteeltaan servovahvistin muistuttaa taajuusmuuttajaa. (Fonselius ym. 1999, 131.)

## 7.2 Anturit

Aistit eli anturit keräävät tietoa prosessista tai koneen tilasta. Antureilla tarkoitetaan laitetta, joka muuntaa mitattavan prosessisuureen arvon siihen verrannolliseksi viestiksi. Viesti on yleensä sähköinen. Prosessien tilaa kuvaavia suureita ovat esimerkiksi paikka, lämpötila, paine, voima, pituus, kiertokulma ja nestepinnan korkeus. Liitteenä on tavanomaisten antureiden valintaa helpottava kaavio (Liite 4). (Keinänen ym. 2002 168 -169.)

Useimpiin koneautomaation sovelluksiin riittää tilojen tunnistus: kappale on paikoillaan tai liikkuu, vaara-alueella on henkilö tai ei ole. Nämä esimerkit sisältävät vain digitaalista eli kaksitilaista viestiä. Ne voidaan jakaa seuraavasti:

- tavalliset kytkimet, sulkeutuvat tai avautuvat koskettimet
- mikro- ja rajakytkimet
- magneettikytkimet
- induktiiviset anturit
- kapasitiiviset anturit
- optiset kytkimet
- ultraäänikytkimet
- laseranturit ja
- pneumaattiset kytkimet. (Keinänen ym. 2002, 171.)

Antureilla tunnistettaisiin pellin läsnäolo liimauspisteessä ja minkä elementin pelti liimauspisteessä on. Antureita tarvitaan liimauspisteeseen monta, koska on monen kokoisia elementtejä, jotka liimauspisteen on tunnistettava oikean liimamäärän ja -alueen määrittämiseksi. Kun kaikki anturit menevät aktiivisiksi, on kyseessä isoin elementti ja kun vain yksi anturi menee aktiiviseksi, on kyseessä pienin elementti. (Keinänen ym. 2002, 177.)

Antureina voisi käyttää mekaanisia rajakytkimiä, jolloin anturit on asetettava niin, että ne koskettavat elementtiä. Rajakytkimet ovat koneautoma-

tion vanhimpia komponentteja. Etuna niillä on kohtuuhintaisuus, mutta haittoina suuri koko epätarkkuus ja hitaus. (Keinänen ym. 2002, 177.)

Lähestymiskytkin on elektroninen kytkin ja se ei tarvitse kosketusta kapaleeseen. Lähestymiskytkimet ovat pitkäikäisiä, sillä niissä ei ole kuluvia mekaanisia osia. Lähestymiskytkimet eivät myöskään ole ongelmattomia, joten niiden tyypin valinnassa on oltava tarkka. Induktiiviset lähestymiskytkimet tunnistavat sähköä johtavia materiaaleja. Toimintaperiaatteena on sähkömagneettisen kentän häiriintyminen tunnistusetaisyydellä. Kytken tunnistusetaisyys on suurimmillaan 50 mm. Kapasitiivinen lähestymiskytkin tunnistaa lähes kaikki materiaalit. Sen toiminta perustuu muuttuvaan sähkökenttään. Sähkökenttä muuttuu tunnistettavan materiaalin dielektrisyysvakiota mukaan. Mitä pienempi dielektrisyysvakio on, sitä lähemmäksi materiaali täytyy tuoda. Optisia lähestymiskytkimiä käytetään, kun kytkentäetaisyyden tulee olla pitempi, mihin kapasitiivinen ja induktiivinen kykenee. Ne soveltuvat käytettäväksi materiaalista heijastavina kytkiminä tai valokennoina. Ne koostuvat valolähteestä ja vastaanotimesta. (Keinänen ym. 2002, 177 -182.)

### 7.3 Viivakoodit

Oikean elementin tunnistamiseen voitaisiin käyttää myös viivakoodeja. Viivakoodi on koneellisesti luettavissa olevaa, näkyvässä muodossa esitettyä informaatiota. Viivakoodeja voidaan lukea erityisillä viivakoodin lukijoilla tai ohjelmallisesti viivakoodista otettua kuvaa tulkiten. Viivakoodit ovat keskeinen osa laajempaa automaattisen tunnistamisen ja tiedonkeruun käsitettä AIDC (Automatic Identification & Data Capture). Alkujaan viivakoodit kuvasivat tietoa rinnakkaisten viivojen ja niiden välien suhteita muuttaen, mutta nykyään viivakoodeiksi luetaan myös erimalliset pisteiden, ympyröiden ja yleisesti ottaen sääntöpohjaisten kuvioiden kautta tehdyt näkyvät symbolit. (Viivakoodit n.d.) Nykyään monelle tuttu normaalin viivakoodin lisäksi on QR-koodi, jota voi lukea omalla kamerallisella älypuhelimella. Liitteenä on (Liite 7) erityyppisiä viivakoodeja.

Antureita tarvitaan yksi jokaista elementtiä kohden. Viivakoodien käytön etuna olisi, että tarvittaisiin vain yksi viivakoodinlukija. Toisaalta jokaiseen peltiin tarvitsisi jonkun kiinnittää viivakooditarra.

### 7.4 Liima

Liiman vaihtaminen on todennäköinen vaihtoehto portaalirobotia käytettäessä, koska nykyistä liimaa ei saada levitettyä koneellisesti. Uudella liimalla tulisi olla samat ominaisuudet, mutta pienempi viskositeetti, kuin tällä hetkellä käytössä olevalla liimalla. Sen vetolujuuden tulisi olla samaa luokkaa ja sen tulisi kestää eri lämpötiloja sekä kyetä liimaamaan peltiä ja eristettä pitävästi toisiinsa. Valmiit kaapit saattavat sijaita kaupassa sellaisessa kohdassa ikkunan alla, johon aurinko pääsee paistamaan ja näin ollen lämpötila voi nousta hyvinkin korkeaksi. Toisaalta elementtien sisäpölyn ja eristeen välissä lämpötila saattaa olla samaa luokkaa kuin kaapin sisällä. Korkeaksi nousevat lämpötilat rajoittavat kuumaliimojen käyttöä.

Pitäisi löytää kuumaliima, joka ei lähde sulamaan auringon lämmittäessä vaan vaatisi todella kuumentamisen. Myös sopivan 2-komponenttiliiman löytäminen on hankalaa. Samoilla ominaisuuksilla olevat 2-komponenttiliimat ovat usein viskositeeiltaan yhtä suuria kuin käytössä oleva 1-komponenttiliima. (Pelto-Knuutila, haastattelu 12.11.2014.)

## 7.5 Liimauspää

Liimauspään valinta riippuu käytettävästä liimasta. Liimauspäitä on olemassa sekä kylmä- että kuumaliimoille ja 1- tai 2-komponenttiliimoille. 2-komponenttiliimojen komponenttien sekoitus voi tapahtua liimauspäässä tai sekoitusastiassa. Liimauspäässä tapahtuvan sekoituksen etuna on, että liimaa sekoitetaan vain sen verran kuin on tarpeen. Liimoille on olemassa liimauspäitä, jotka levittävät liiman tarkkoina piste- tai vanamuodostelmina ja liimaruiskuja juoksevimmille liimoille. Liitteenä (Liite 6) kaksi Robatech AG:n valmistamaa liimauspäätä, jotka on tarkoitettu 1-komponentti polyuretaaniliimalle. Ensimmäinen pystyy käsittelemään viskositeetiltaan 100- 5000 mPas:in liimoja ja jälkimmäinen 100- 50000 mPas:in liimoja. (Jetting heads n.d.)

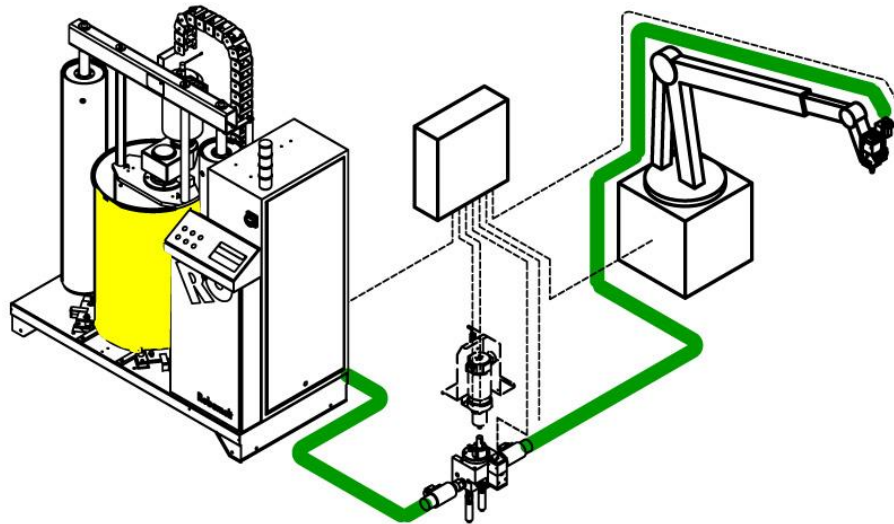
## 7.6 Liiman syöttö

Liiman syöttöön käytetään erilaisia pumppuja. Laaja syöttötekniikkavalikoima kattaa mitä erilaisimmat tarpeet kuten jaksottaisen ja jatkuvan levityksen, paineeseen tai tilavuuteen perustuvan säädön sekä tarkan annostelun erilaisilla nopeuksilla. Kylmäliiman ja kuumaliiman syöttöön on erilaiset ratkaisut. Mäntäpumput sopivat hyvin jaksottaiseen liiman levitykseen. Hammaspyöräpumppujen syöttö perustuu tilavuuteen ja ne sopivat erityisen hyvin liiman jatkuvaan levitykseen ja tarkkaan annosteluun. (Syöttötekniikka n.d.)

Hammaspyöräpumput ovat vakio-tilavuuspumppuja. Neste siirretään imuliitännästä paineliitännään pumppukammion seinämän ja hammaslovien muodostamissa suljetuissa kammioissa. Hammaspyöräpumput voidaan jakaa ulkopuolisesti sivuaviin eli ulkoryntöisiin hammaspyöriin ja sisäpuolisesti sivuaviin eli sisäryntöisiin hammaspyöriin. Edullisuutensa, suhteellisen hyvän hyötysuhteen ja laajan painealueen vuoksi ulkoryntöisiä hammaspyöräpumppuja käytetään sekä kiinteissä teollisuusjärjestelmissä että liikkuvassa kalustossa. Sisäryntöisiä pumppuja käytetään pyrittäessä alhaiseen melutasoon, hyvää imukykyyn ja tasaisempaan tilavuusvirtaan. (Kauranne, Kajaste & Vilenius 1999 100-103.)

Mäntäpumput ovat joko vakio- tai säätötilavuuspumppuja. Neste siirretään imuliitännästä paineliitännään männän eli syrjäytyselimen edestakaisen liikkeen avulla. Toimintaperiaate eroaa siis muista pumpuista, joissa nesteen siirto perustuu pyörivään liikkeeseen, jolloin tilavuusvirran ohjaus imuliitännästä paineliitännään on automaattinen. Mäntäpumpuissa tilavuusvirran ohjaukseen tarvitaan erillinen ohjausjärjestelmä. Mitä enemmän pumpussa on mäntiä, sitä tasaisempi tilavuusvirta on. (Kauranne ym. 1999, 112-113.)

Liimansyöttölaitteet ovat valmiita kokonaisuuksia, jotka koostuvat liima-astiasta, pumpusta ja säätökomponenteista. Esimerkiksi Robatech valmistaa räätälöityjä järjestelmiä, jolloin levityspää voi sijaita robottikäsi-  
varressa, kuten kuvassa (Kuva 15).



Kuva 16. Levityspää robottikäsi-  
varressa (Syöttötekniikka n.d.).

## 7.7 Kuljettimet

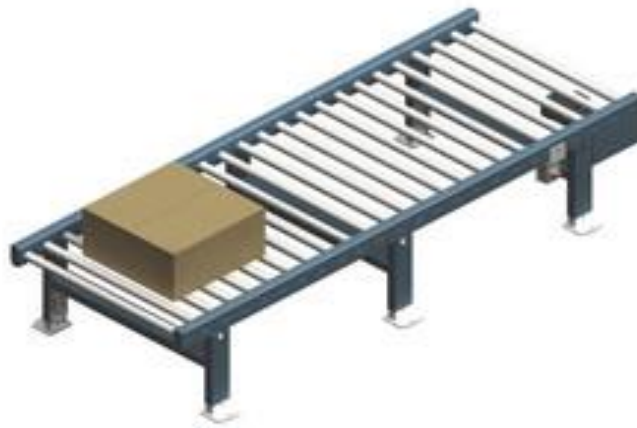
Kuljettimia käytetään tuotannon osana siirtämään kappaleita tai materiaalia työvaiheesta toiseen. Eri kuljetusratkaisuja ovat seuraavat:

- liu'ut
- hihnakuljettimet
- rullakuljettimet
- lamellikuljettimet
- ketjukuljettimet
- riippukuljettimet
- tärykuljettimet ja
- kiekkokuljettimet. (Keinänen ym. 2002, 159.)

Liu'uisissa kappaleet liukuvat alaspäin kaltevaa tasoa pitkin. Rakenteeltaan ne voivat olla suoria ja kierteisiä. Liukuja käytetään esimerkiksi koneilta poistuvien valmiiden kappaleiden kuljettamiseen keräilyastiaan. Liukutason pintamateriaalin tulee olla pienikitkaista ja kulutuksen kestävä. Hihnakuljetin koostuu vetorumpuja kiertävästä päättömästä hihnasta. Hihnasta ovat pääsääntöisesti kumia ja muovia. Hihnasta kannattavat, joko rullasto tai taso. Raskaiden kappaleiden kuljettamiseen käytetään rullatuettua rakennetta. Rullakuljettimet ovat yleisiä suurehkojen kappaletavaroiden kuljettimina. Perusrakenne koostuu runkopalkkien väliin laakeroiduista rullista. Rullakuljettimet voivat olla motorisoituja tai vapaakuljettimia. Lamellikuljetin koostuu yhdestä tai kahdesta ketjusta joihin on kiinnitetty lamelleja. Lamellikuljetin soveltuu kohteisiin, joissa radan tulee kaartua vaakatasos-

sa. Rakenteensa puolesta kuljetin sopii myös raskaiden kappaleiden kuljetuksiin. (Keinänen ym. 2002, 159 -162.)

Koska pellit, eristeet ja valmiit elementit eivät ole kovin raskaita voi kuljetinratkaisu olla kevyt. Kuljetinta tarvitaan lähinnä materiaalien liimauskoneelle työntämiseen. Kuljettimelle voisi myös nostaa jo seuraavan elementin alapellin valmiiksi odottamaan. Motorisoitua kuljetinta ei myöskään tarvitse, joten hihnakuljetin ei ole vaihtoehto. Kuljettimeksi valitaan rullakuljetin, joka sopii hyvin suurienkin kappaleiden kuljettamiseen ja sen rakenne saadaan kuitenkin melko kevyeksi. Kuva Ferroplan-kuljetinsarjan rullakuljettimesta (Kuva 13).



Kuva 17. Rullakuljetin (Rullakuljetin, kevyt n.d.).

## 8 POHDINTA

Työn tavoitteena oli layout-suunnitelman teko ja toteutus. Layout-suunnitteluvaihe onnistui hyvin. Kuitenkin vähäiset alkutiedot ja -taidot tuotantotaloudesta ja siten layout-suunnittelusta hankaloittivat alkuun pääsyä. Työn tekeminen edistyi hitaammin, mitä oli oletettu. Alku meni materiaalin keräämiseen ja tuotannon tarkkaan kuvaukseen ja ymmärtämiseen. Myös uusien tuotantotalouteen liittyvien termien ja teorian opetteluun meni paljon aikaa.

Kun layout oli saatu suunniteltua ja piirrettyä valmiiksi, alkoi layoutin toteutus. Kaikki koneet saatiin omille paikoilleen melko nopeasti. Tämän jälkeen tuotanto jo jatkui ja layoutin toteutuksen loppuunsaattaminen hankaloitui. Koneiden asentaminen, lattiamerkintöjen tekeminen ja tarpeellisten työkalujen paikalleen laittaminen viivästyi. Vaikka aikataulu oli tehty, ei eri vaiheiden toteutusta seurattu tarpeeksi. Layoutin toteutusta jatketaan tekemällä ohjeistukset laitteiden sijainnista ja työalueista ja materiaalien paikoista ja materiaalivirroista.

Koska layout-suunnittelu oli yritykselle tärkeä, panostettiin siihen opinnäytetyössä loppujen lopuksi enemmän kuin automatisointiosuuteen. Automatisoinnin suunnittelu ja toteutus kuitenkin jatkuu vielä opinnäytetyön kirjoittamisen jälkeen, ja tarkoituksena on suunnitella liimauskone lop-

puun, tehdä investointilaskelmia, tilata osat tai laitekokonaisuus, testata ja lopulta ottaa käyttöön uusi laitteisto.

Automatisoinnin seuraavana vaiheena on keskustella yrityksessä kuinka automatisointi lopulta halutaan toteuttaa. Toteutetaanko portaalirobotti itse rakentamalla vai tilataanko joltain toimittajalta, kuten Festolta, valmis manipulaattoripaketti ohjauksineen, vai toteutetaanko liimaus jollain aivan toisella tavalla. Testaillaan ja vertaillaan erilaisia liimoja ja valitaan sen mukaan paras liimansyöttö ja liimauspää. Eri liimojen vertailu täytyy tehdä huolellisesti ennen minkäänlaisia päätöksiä ja vasta tämän jälkeen voidaan automatisointia jatkaa.



## LÄHDELUETTELO

Company and services n.d. viitattu 27.10.2014.  
[http://astecoolers.com/?page\\_id=12](http://astecoolers.com/?page_id=12)

CELIT series n.d. viitattu 27.10.2014.  
[http://astecoolers.com/?page\\_id=169](http://astecoolers.com/?page_id=169)

Kettunen, S. 2003. Onnistu projektissa. Juva: WS Bookwell Oy.

Haverila, M. Uusi-Rauva, E. Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.

Tuotteet 2014. Autodesk inc. Viitattu 12.11.2014.  
<http://www.autodesk.fi/products>

Aaltonen, K. & Torvinen, S. 1997. Konepaja-automaatio. Porvoo: WSOY.

Kestopur PL 100/20. 2014. Tuote-esite. Kiilto Oy. Viitattu 6.11. 2014.  
[http://www.kiilto.com/attachments/1/1/white\\_papers/Kestopur%20PL%20100-20%20polyuretaaniliima.pdf](http://www.kiilto.com/attachments/1/1/white_papers/Kestopur%20PL%20100-20%20polyuretaaniliima.pdf)

Robotiikka 2008. Robotiikka-opintojakson aineisto. Lahden ammattikorkeakoulu, Reppu. Viitattu 6.11.2014.  
[http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf\\_tiedostot/Robotiikka\\_yleinen.pdf](http://miniweb.lpt.fi/automaatio/opetus/luennot/pdf_tiedostot/Robotiikka_yleinen.pdf)

ABB-teknologiat: teollisuusrobotit n.d. viitattu 6.11.2014.  
<http://www.abb.fi/cawp/seitp202/eb0f9942b4ed6301c125784d0053bb94.aspx>

Bocksnick, B. 1991. Ohjaustekniikan perusteet. Vantaa: Festo Oy, Festo Didactic

Suomen robotiikkayhdistys Ry 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum

Linear motion technology n.d. viitattu 6.11.2014  
<http://www.boschrexroth.com/en/us/products/product-groups/linear-motion-technology/index>

Epson G3 SCARA Robots n.d. viitattu 6.11.2014.  
<http://robots.epson.com/product-detail/2>

IRB 6400RF n.d. viitattu 6.11.2014.  
<http://www.abb.com/product/seitp327/1b8fca0f50f2c386c12572e60030d315.aspx>

Mekaaniset tarttujat. 2014. viitattu 22.11.2014.  
<http://www.movetec.fi/fin/tuotteet-mekaaninen/tarttujat/mekaaniset-tarttujat-sommer-automatic>

Kauranne, H. Kajaste, J. & Vilenius, M. 1999. Hydraulitekniikan perusteet. Porvoo: WSOY

Polyurethane gasket systems. 2014. viitattu 19.11.2014.  
<http://www.europoliuretani.com/polyurethane-system-products-cat.php?cat=103>

Hammashihnat, lineaaritekniikka. 2014. Movetec Oy. Viitattu 19.11.2014.  
<http://www.movetec.fi/images/pdf/lineaaritekniikka2.pdf>

THK Kuularuuvi. n.d. OEM Automatic. Viitattu 19.11.2014.  
[http://www.oem.fi/Tuotteet/Moottori/Lineaariliike/Urakuula-akselit/THK\\_kuularuuvi\\_EBB\\_EPB/825077-1579005.html](http://www.oem.fi/Tuotteet/Moottori/Lineaariliike/Urakuula-akselit/THK_kuularuuvi_EBB_EPB/825077-1579005.html)

Fonselius, J. Rinkinen, J. & Vilenius, M. 1998. Servotekniikka. Helsinki: Oy Edita Ab

Keinänen, T. Kärkkäinen, P. Metso, T. & Putkonen, K. 2002. Koneautomaatio 2, Logiikat ja ohjausjärjestelmät. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Viivakoodit. n.d. GS1 Finland. Viitattu 20.11.2014.  
[http://www.gs1.fi/content/download/4705/30095/file/1.4+viivakooditaulu\\_suomi.pdf](http://www.gs1.fi/content/download/4705/30095/file/1.4+viivakooditaulu_suomi.pdf)

Jetting heads n.d. Robatech Oy. Viitattu 20.11.2014.  
<http://www.robatech.com/en/products/coldglueappliances/reactiveadhesive/jetting-heads>

Syöttötekniikat n.d. Robatech Oy. viitattu 17.11.2014.  
<http://www.robatech.pl/html/index.cfm?title=Sy%C3%B6tt%C3%B6tekniikka&menu=2&lang=8&subnav=34&parent=7>

## HAASTATTELUT

Pelto-Knuutila, S. 2014. Tuotantopäällikkö. Aste Finland Oy. Haastattelu. 15.10.2014

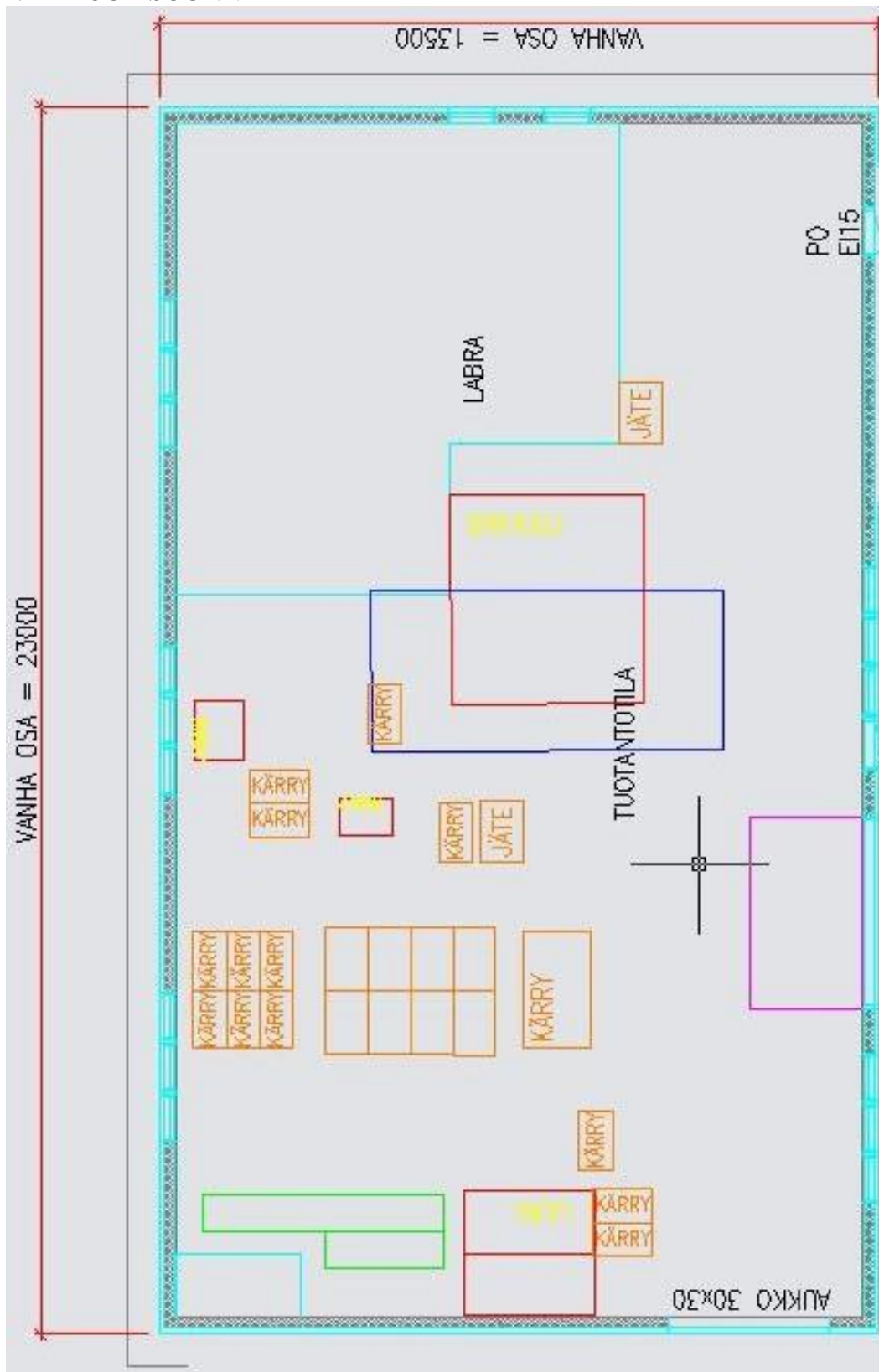
Pelto-Knuutila, S. 2014. Tuotantopäällikkö. Aste Finland Oy. Haastattelu. 12.11.2014

Salonen, J. 2014. Toimitusjohtaja. Aste Finland Oy. Haastattelu. 30.10.2014

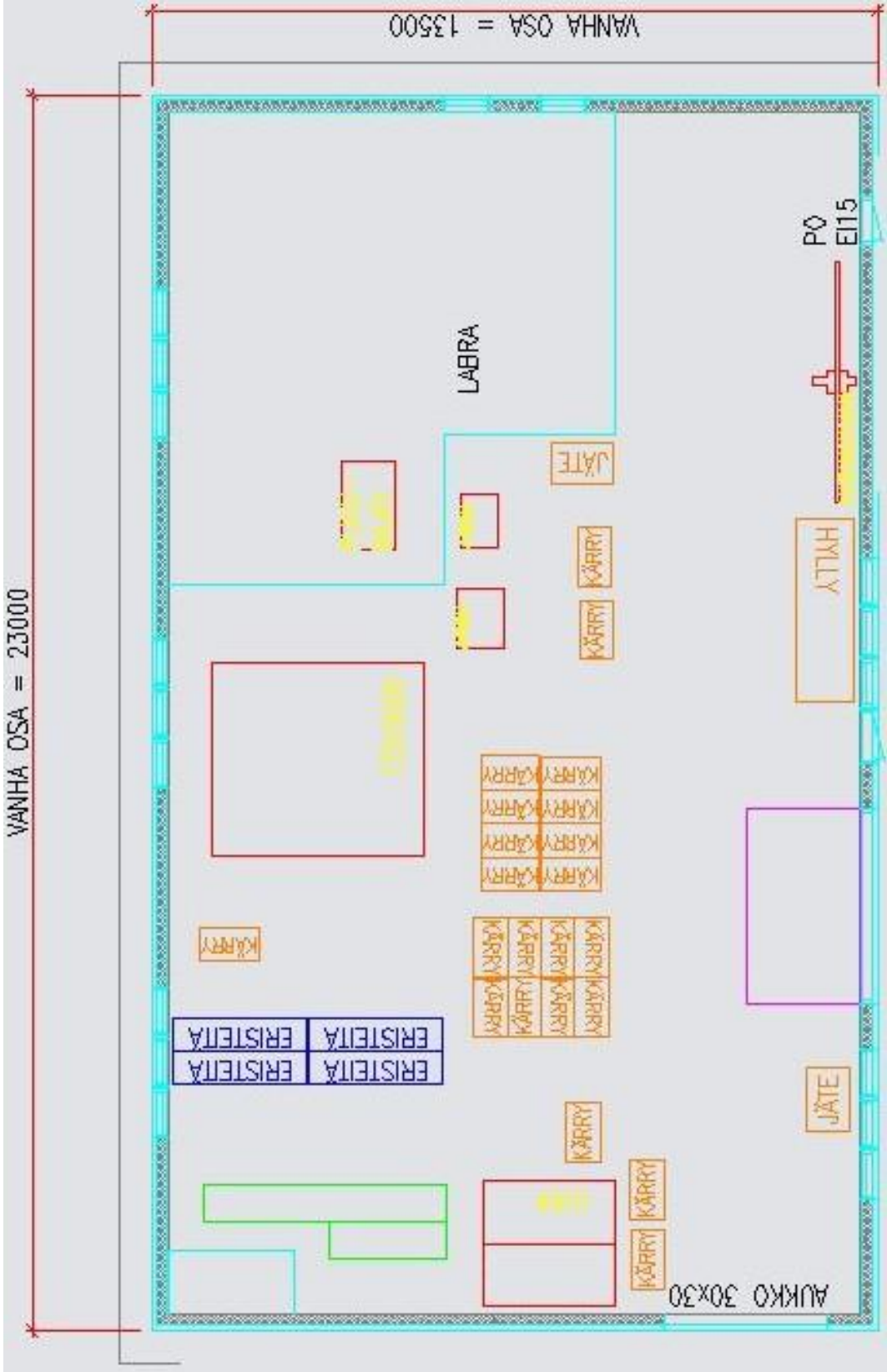
# AIKATAULU

[illegible]

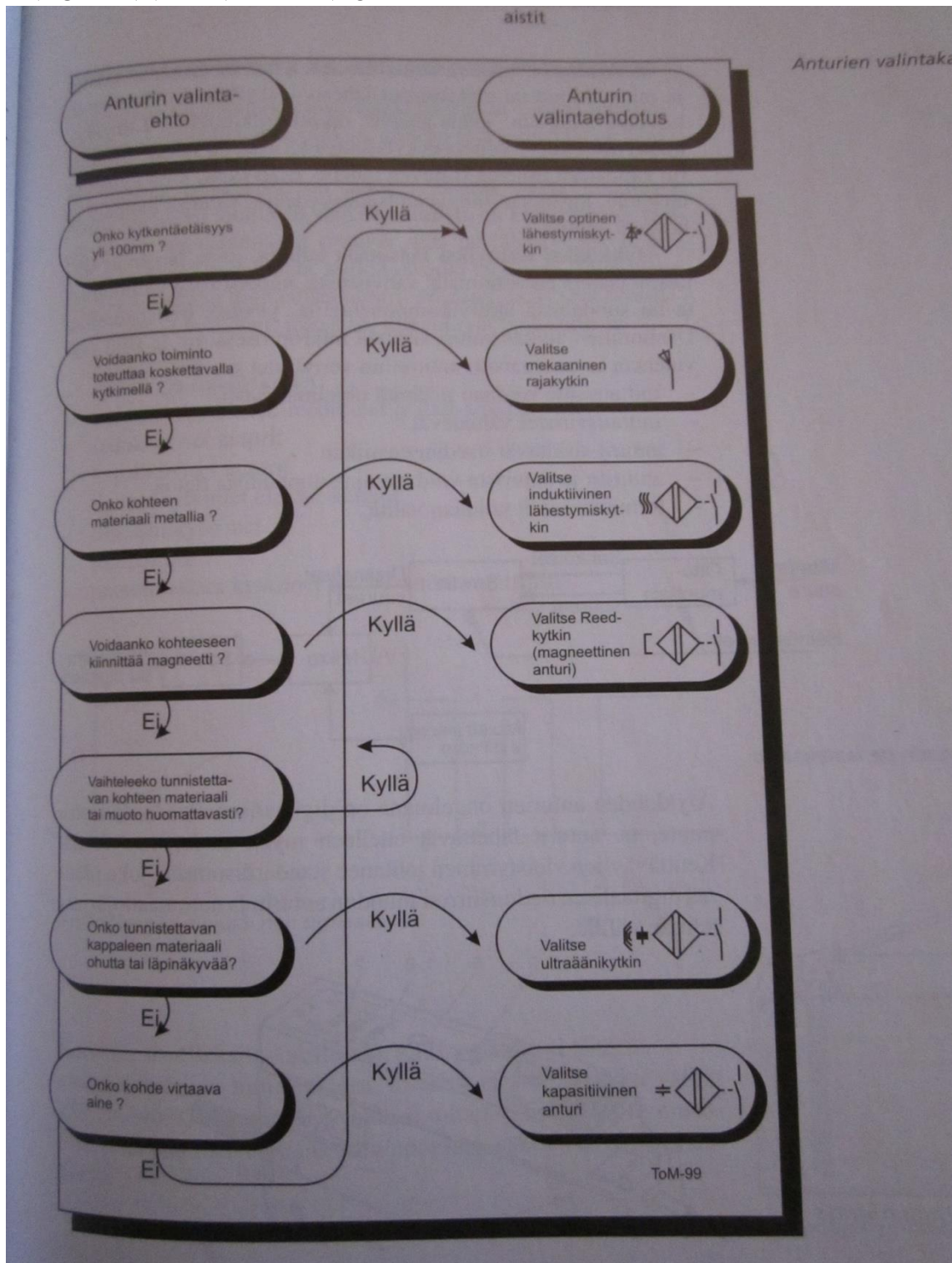
## 1. LAYOUT-SUUNNITELMA



VALMIS LAYOUT



# ANTURIEN VALINTAKAAVIO

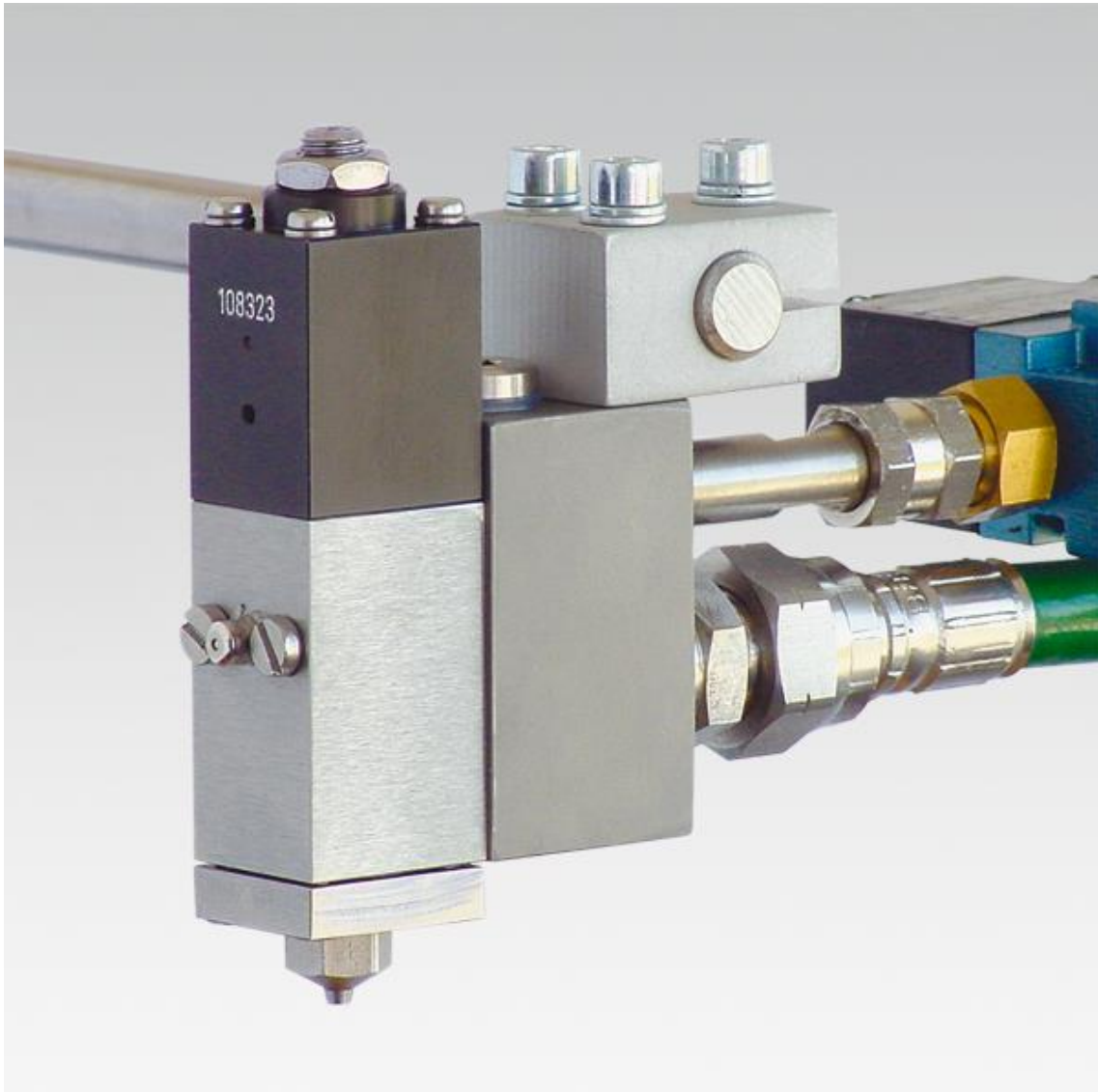




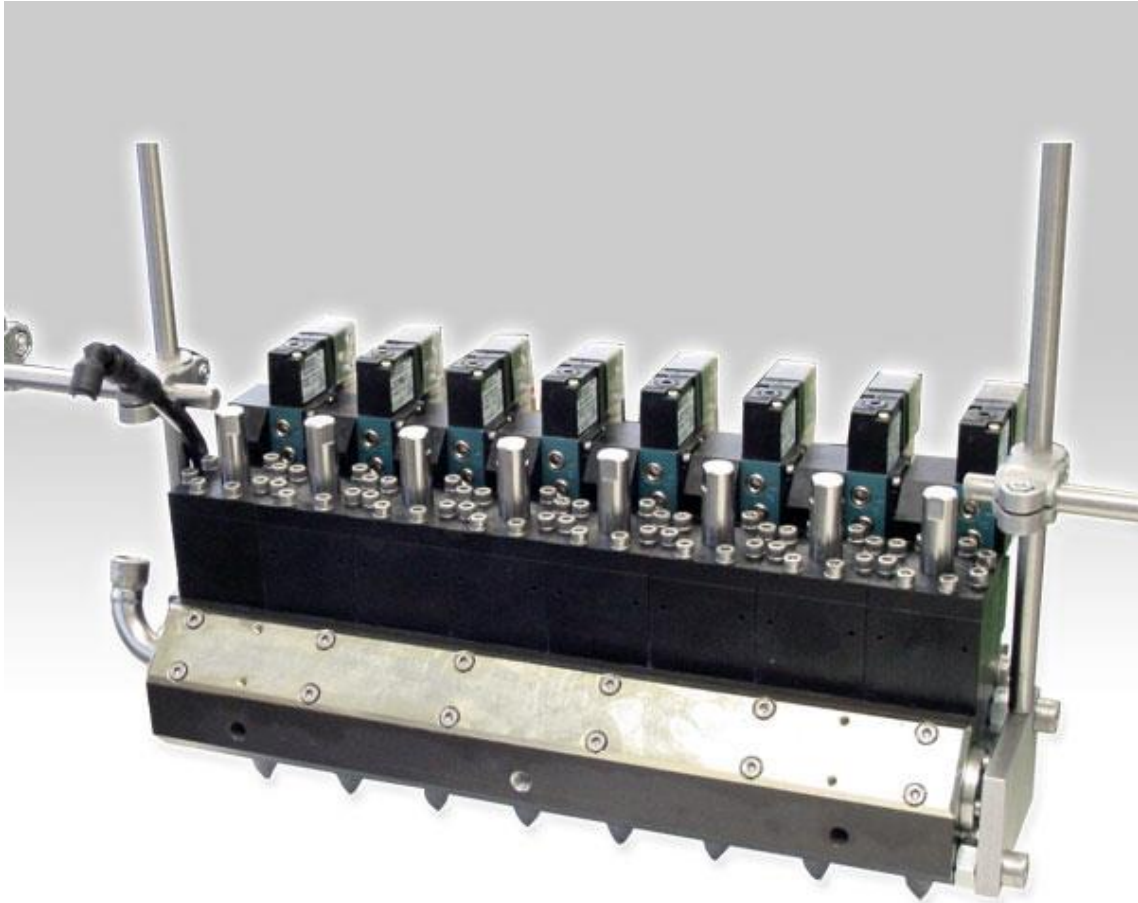
## GASKET SYSTEM WITH CARTESIAN ROBOT



## ROBATECHIN LIMAUSPÄÄT POLYURETANILIIMOILLE







## ERITYYPPISIÄ VIIVAKOODEJA

